GAMIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE CONHECIMENTO EM BIOTECNOLOGIA VEGETAL NO ENSINO MÉDIO

Rubens Caetano Andrade[1], Thalya Campelo Vitor[1], Kátia Aguiar de Souza Monteiro[1], Warley Costa Silva[1], Ana Luiza Assis Semonato[1], Milene Miranda Praça Fontes[1], Elias Terra Werner[1].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N Guararema, 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, rubens.andrade@edu.ufes.br, thalyavitor26@gmail.com, katiamonteiro0603@gmail.com, warley.costa.545@gmail.com, alassissemonato@gmail.com, milene.fontes@ufes.br, elias.werner@ufes.br

Resumo
O ensino de biotecnologia na educação básica enfrenta limitações de infraestrutura e carência de instrumentos avaliativos engajadores. Este trabalho avaliou a retenção do conhecimento técnico-científico e a autonomia de alunos do ensino médio em práticas de cultura de tecidos vegetais, empregando a gamificação como ferramenta de coleta de dados. Conduziu-se um estudo de caso descritivo, quali-quantitativo, com bolsistas do Programa de Iniciação Científica Júnior em seu segundo ano de atuação, mediante questionário de múltipla escolha aplicado na plataforma *Kahoot!* e organizado em três eixos: assepsia, identificação de contaminantes e composição do meio de cultura. Foi analisado o percentual de acertos. Os conteúdos procedimentais alcançaram índices elevados (75 a 100%), enquanto os declarativos, de maior abstração fisiológica, registraram desempenho de (38 a 50%). Conclui-se que a gamificação é um instrumento eficaz e não intimidador para a avaliação formativa de projetos científicos de longo prazo na educação básica, evidenciando e mapeando lacunas conceituais a serem trabalhadas.
Palavras-chave: Ensino de Ciências. Cultura *in vitro*. Aprendizagem ativa. Educação básica.

Área do Conhecimento: Biológicas (INID).

Introdução

A consolidação de uma cultura científica na educação básica depende, em grande medida, da oferta de experiências investigativas que aproximem os estudantes do fazer científico. No campo da biotecnologia vegetal, contudo, o ensino esbarra frequentemente na escassez de infraestrutura laboratorial e na predominância de metodologias expositivas, pouco eficazes para o desenvolvimento do letramento científico (Silva et al., 2024).

Nesse cenário, as metodologias ativas têm se mostrado estratégias significativas para a construção do conhecimento e para o desempenho cognitivo e social de estudantes do ensino médio inseridos em programas de iniciação científica (Paulino et al., 2024).

Entre essas abordagens, a gamificação destaca-se por utilizar elementos e estratégias típicos dos jogos no ambiente de aprendizagem, favorecendo a motivação, a participação e a aprendizagem significativa. Plataformas digitais de resposta em tempo real, como o *Kahoot!*, vêm sendo empregadas tanto para engajar quanto para avaliar, substituindo o caráter punitivo das provas tradicionais por um contexto formativo de retorno imediato (Wang e Tahir, 2020; Salazar-Vallejo e Rivera-Rogel, 2024). Aplicada ao ensino de ciências, a ferramenta tem sido associada a ganhos na compreensão de conceitos científicos e no interesse dos estudantes pela disciplina (Rayan e Watted, 2024).

O presente estudo deriva de um projeto de Iniciação Científica Júnior (PIC Júnior) que introduziu práticas de cultura *in vitro* de café (*Coffea* sp.) a alunos de uma escola pública. Por se tratar do segundo ano consecutivo de atuação dos bolsistas, impõe-se a necessidade de verificar não apenas a memorização de procedimentos, mas a efetiva apropriação do método científico e o desenvolvimento de autonomia técnica. Permanece, pouco explorada na literatura a avaliação longitudinal da retenção de conhecimento em projetos de iniciação científica na educação básica, lacuna que justifica o emprego de instrumentos gamificados como fonte de dados objetivos.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a retenção do conhecimento técnico-científico e o grau de autonomia na resolução de problemas práticos de cultura de tecidos vegetais por alunos do ensino médio vinculados ao projeto PIC Júnior, utilizando a gamificação como instrumento

de coleta de dados qualitativos e quantitativos e usado como suporte de identificação em qual teoria podemos focar nas aulas seguintes.

Metodologia

Participaram da pesquisa os alunos bolsistas do PIC Júnior, matriculados no Centro Estadual de Ensino Fundamental e Médio em Tempo Integral Aristeu Aguiar (CEEFMTI Aristeu Aguiar), escola pública de educação básica localizada no município de Alegre, Espírito Santo, em seu segundo ano consecutivo de atuação no projeto. As atividades experimentais foram desenvolvidas no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre.

A avaliação pedagógica foi conduzida por meio da plataforma digital *Kahoot!*, configurada com questões de múltipla escolha (Fig. 1) distribuídas em três eixos de conteúdo: (I) domínio de protocolos de assepsia; (II) identificação de contaminações por fungos e bactérias; e (III) função dos reagentes do meio de cultura. As questões contemplaram tanto conteúdos procedimentais ("como fazer") quanto conteúdos declarativos de maior abstração fisiológica ("por que fazer"), de modo a diferenciar diferentes níveis de apropriação do conhecimento.

Entre as questões propostas, foram abordadas situações relacionadas aos procedimentos e fundamentos da cultura de tecidos vegetais, como: "Por que abrimos os frascos próximos à chama da lamparina?", relacionada à manutenção das condições assépticas durante a manipulação dos materiais; "Por que precisamos adicionar açúcar (sacarose) à receita do meio de cultura?", relacionada à função da sacarose como fonte de carbono e energia para os tecidos cultivados *in vitro*; e "Como um pequeno fragmento de folha pode originar uma planta de café inteira?", relacionada ao conceito de totipotência celular e à capacidade de regeneração dos tecidos vegetais.

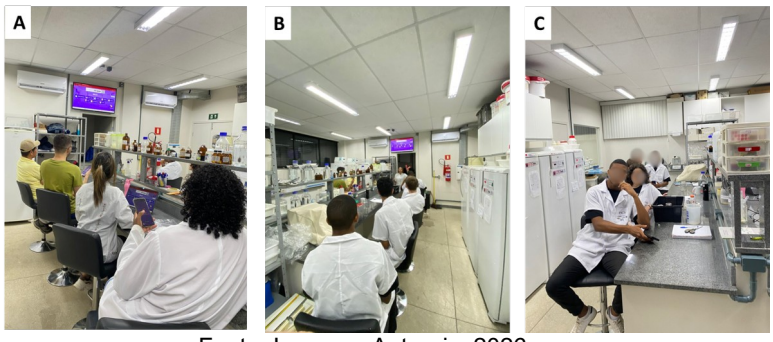
A atividade foi aplicada de forma síncrona, com as respostas registradas em tempo real por desempenho de todos os dispositivos móveis. A participação dos estudantes ocorreu de forma individual, permitindo o registro do participante nas diferentes questões propostas (Fig.2).

Figura 1- Tela com exemplo de uso do *Kahoot!*.



Autor: Bortoluzzi et al., 2018.

Figura 2- Aplicação da atividade gamificada utilizando a plataforma *Kahoot!* com estudantes participantes do PIC Júnior.



Fonte: Imagens Autorais, 2026.

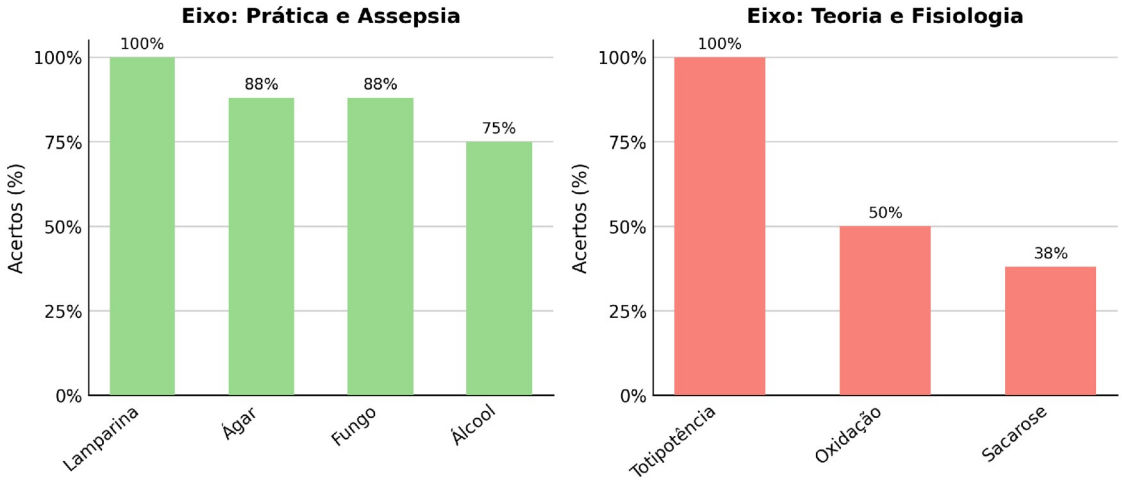
Os dados foram extraídos dos relatórios automaticamente gerados pela plataforma, analisando-se o percentual de acertos por questão e o tempo médio de resposta, indicadores tomados como medidas diretas da consolidação da memória técnica e da segurança dos discentes. A análise descritiva dos percentuais foi organizada em dois blocos temáticos e representada graficamente.

Por se tratar de atividade pedagógica vinculada a um programa de iniciação científica financiado por órgão de fomento, observaram-se as orientações éticas aplicáveis.

Resultados

A transição de um modelo avaliativo tradicional para um ambiente gamificado resultou em elevado engajamento dos discentes e permitiu a obtenção de dados quantitativos precisos sobre a retenção do conhecimento. Os percentuais de acerto, organizados nos eixos prático e teórico, estão representados na Figura 3.

Figura 3 – Percentual de acertos por conceito nos eixos avaliados via *Kahoot!*.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

No eixo de prática e assepsia, as questões relativas à manutenção da zona de esterilidade (uso da lamparina) atingiram 100% de acerto, ao passo que a identificação visual de contaminação fúngica e o reconhecimento da ausência de ágar como falha do meio de cultura alcançaram em ambos 88% de acerto. O domínio do procedimento de assepsia das mãos e da bancada com álcool 70% obteve 75% de acerto. Esses índices, somados ao baixo tempo médio de resposta, indicam que a prática laboratorial reiterada ao longo de dois anos consolidou a memória técnica e a segurança operacional dos estudantes.

Perguntas relacionadas a teoria e fisiologia, observou-se maior dispersão de desempenho. A compreensão do conceito de totipotência celular registrou 100% de acerto, enquanto a identificação da oxidação fenólica e a justificativa para a adição de sacarose ao meio de cultura alcançaram, respectivamente, 50% e 38% de acerto. O contraste entre os dois eixos evidencia que o conhecimento procedimental encontra-se amplamente dominado, ao passo que os conteúdos declarativos de maior abstração ainda demandam reforço.

Discussão

Os resultados corroboram a literatura que aponta a gamificação, e em especial o *Kahoot!*, como recurso capaz de promover engajamento e funcionar como instrumento de avaliação formativa, fornecendo retorno imediato sobre o aprendizado (Wang e Tahir, 2020; Salazar-Vallejo e Rivera-Rogel, 2024). O elevado desempenho nos conteúdos procedimentais é coerente com os ganhos de compreensão conceitual e de motivação descritos por Rayan e Watted (2024) no ensino de ciências mediado pela plataforma.

O domínio expressivo das questões de assepsia e de identificação de contaminantes reflete a centralidade desses procedimentos na rotina de cultura de tecidos. A contaminação microbiana, sobretudo fúngica, é reconhecida como a principal causa de perdas na micropropagação, o que torna a assepsia rigorosa um conteúdo procedimental reiteradamente praticado pelos bolsistas (Goessnitzer, Jankowicz-Cieslak e Ingelbrecht, 2023). A repetição supervisionada dessas etapas favorece a automatização do gesto técnico e, por consequência, a alta taxa de acerto observada.

Já o desempenho inferior nas questões de oxidação fenólica e de função da sacarose revela a natureza abstrata desses conteúdos. A oxidação resulta da ação de polifenoloxidases sobre compostos fenólicos liberados após o ferimento do explante, fenômeno associado ao escurecimento dos tecidos e particularmente crítico em espécies lenhosas como o café (Long et al., 2022). Compreender esse mecanismo exige a articulação de conceitos bioquímicos que transcendem a observação direta, o que ajuda a explicar o índice de 50% de acerto.

De modo análogo, a justificativa para a adição de sacarose e de ágar relaciona-se à composição do meio de cultura: a sacarose atua como fonte de carbono e energia para tecidos com fotossíntese limitada *in vitro*, e o ágar como agente geleificante que confere suporte ao explante, conforme estabelecido desde a formulação clássica do meio basal (Murashige; Skoog, 1962) e reafirmado em protocolos atuais de propagação de *Coffea arábica,* L (Avila-Victor et al., 2023). O reconhecimento imediato da falta de ágar (88%), de efeito visível, contrasta com a menor compreensão do papel metabólico da sacarose (38%), de natureza conceitual, padrão que confirma a distinção entre o saber operacional e o saber declarativo (Nomura; Shimada; Isozaki, 2024).

Sob a ótica da gestão pedagógica, a captação dessas métricas converte a avaliação em uma bússola formativa: mais do que atribuir notas, o instrumento mapeia com precisão os pontos que demandam intervenção didática, direcionando as próximas etapas teóricas do projeto (Paulino *et al.*, 2024). Cabe ressaltar, como limitações, o número reduzido de participantes, o caráter de estudo de caso sem grupo-controle e a condição preliminar dos resultados, fatores que recomendam cautela na generalização e apontam para a continuidade da coleta.

Conclusão

A gamificação mediada pela plataforma *Kahoot!* se mostrou uma ferramenta eficaz e não intimidadora para a avaliação da retenção de conhecimento e da autonomia técnica em um projeto científico de longo prazo na educação básica. Os dados evidenciaram o pleno domínio dos conteúdos procedimentais e revelaram, de forma objetiva, as lacunas relativas aos conteúdos declarativos de maior abstração fisiológica. Conclui-se que a exposição contínua a práticas laboratoriais adaptadas permitiu que alunos da rede pública avançassem da simples replicação de protocolos para o letramento científico no manuseio de culturas de elevado valor agronômico, como o café, ao mesmo tempo em que o instrumento gamificado forneceu subsídios precisos para o planejamento das etapas formativas subsequentes.

Referências

AVILA-VICTOR, C. M. *et al.* In Vitro Mass Propagation of Coffee Plants (*Coffea arabica* L. var. Colombia) through Indirect Somatic Embryogenesis. **Plants**, v. 12, n. 6, art. 1237, 2023. DOI: 10.3390/plants12061237.

GOESSNITZER, F.; JANKOWICZ-CIESLAK, J.; INGELBRECHT, I. L. W. In Vitro Plantlet Establishment of *Coffea arabica* from Cut Seed Explants. *In*: INGELBRECHT, I. L.; SILVA, M. do C. L. de; JANKOWICZ-CIESLAK, J. (eds.). **Mutation Breeding in Coffee with Special Reference to Leaf Rust**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2023. DOI: 10.1007/978-3-662-67273-0_3.

LONG, Y.; YANG, Y.; PAN, G.; SHEN, Y. New insights into tissue culture plant-regeneration mechanisms. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, art. 926752, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.926752.
MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

NOMURA, Y.; SHIMADA, K.; ISOZAKI, T. The characteristics of practical work in science education in England: focusing on the meaning of the emphasis on procedural knowledge. Journal of Science Education in Japan, v. 48, n. 4, p. 546–559, 2024. DOI: 10.14935/jssej.48.546.

PAULINO, J. de A. *et al.* Programa de ação interdisciplinar e as metodologias ativas: construindo a aprendizagem significativa em ciências para o ensino médio. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 13, e6730, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n13-007.

RAYAN, B.; WATTED, A. Enhancing Education in Elementary Schools through Gamified Learning: Exploring the Impact of Kahoot! on the Learning Process. **Education Sciences**, v. 14, n. 3, art. 277, 2024. DOI: 10.3390/educsci14030277.

SALAZAR-VALLEJO, G.; RIVERA-ROGEL, D. Gamification in Higher Education Assessment Through Kahoot. *In*: ROCHA, Á. *et al.* (eds.). **Information Systems and Technologies (WorldCIST 2023)**. Lecture Notes in Networks and Systems, v. 800. Cham: Springer, 2024. p. 147-155. DOI: 10.1007/978-3-031-45645-9_14.

WANG, A. I.; TAHIR, R. The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. **Computers & Education**, v. 149, art. 103818, 2020. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103818.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo financiamento do Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC Jr), à Escola Municipal Aristeu Aguiar e à Universidade Federal do Espírito Santo, pelo apoio e pela disponibilização da estrutura do Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais.